

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 696 867

②1 N° d'enregistrement national :

93 12082

⑤1 Int Cl³ : H 01 J 17/49 , 17/06

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 11.10.93.

③0 Priorité : 07.01.92 JP 90592; 07.01.92 JP 78592;
22.05.92 JP 13058492; 31.07.92 JP 22465992.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 15.04.94 Bulletin 94/15.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite: MITSUBISHI DENKI
KABUSHIKI KAISHA — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Nagano Shinichirou.

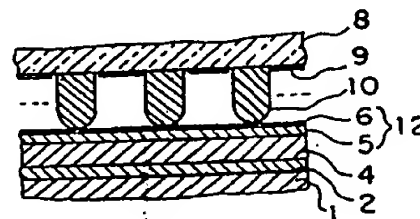
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Lavoix.

⑤4 Dispositif de cathode à décharge et procédé pour sa fabrication.

⑤7 La présente invention concerne un dispositif de cathode à décharge comprenant: un substrat (4); une couche d'aluminium (5) formée sur le substrat (4), et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium (6) formée sur la couche d'aluminium (5).

Elle concerne aussi un procédé pour fabriquer ce dispositif et un dispositif d'affichage à décharge de gaz comprenant ledit dispositif de cathode. Ce dispositif de cathode comprenant une structure à couches multiples possède d'excellentes propriétés de conductivité, de souplesse et de résistance à l'oxydation thermique, et il peut aussi être fabriqué à coût réduit. Le dispositif d'affichage à décharge de gaz présente une isolation remarquable et peut être fabriqué avec un nombre d'étapes réduit.



FR 2 696 867 - A1



La présente invention se réfère à un dispositif de cathode à décharge et à un procédé pour le fabriquer en vue de son utilisation avec un panneau d'affichage à plasma ou un dispositif similaire.

5 Un hexaborure tel que l'hexaborure de lanthane (LaB_6), supérieur pour ses caractéristique de rayonnement électronique et sa résistance à l'impact d'ions, est connu comme matériau de cathode à décharge pour le dispositif de cathode à décharge.

10 Dans la demande de brevet japonais publiée n° 55-62647, par exemple, il est décrit qu'un hexaborure (par exemple LaB_6) est utilisé comme cathode d'un panneau d'affichage à décharge de gaz tel qu'un panneau d'affichage à plasma, et une couche de LaB_6 est formée sur une
15 --- électrode de base telle que du nickel (Ni), grâce à quoi la tension de fonctionnement peut être fortement réduite.

Comme procédé pour former la couche de LaB_6 , on mentionne un procédé d'impression de couche épaisse et un procédé de couche mince, etc. dans la demande de brevet
20 japonais publiée n° 55-62647 susmentionnée. On décrit aussi un procédé de dépôt de vapeur par impact de faisceau d'électrons et un procédé de projection dans la demande de brevet japonais publiée n° 61-253735 ou la demande de brevet japonais publiée n° 3-101033.

25 En général, une résistance de feuille dans une cathode d'un panneau d'affichage à plasma doit être fixée à 0,1 ohm ou moins. C'est pourquoi, dans le cas où la cathode sur un substrat comprend seulement la couche mince de LaB_6 , l'épaisseur de la couche mince de LaB_6 doit
30 être fixée à quelques dizaines de μm , et la couche a tendance à se détacher du substrat, ce qui rend le procédé inapplicable en pratique. Pour résoudre ce problème, comme décrit dans la demande de brevet japonais publiée n° 55-62647, une plaque de nickel comme électrode

de base pour la couche de LaB_6 , est formée sur le substrat afin de réduire ainsi l'épaisseur de la couche de LaB_6 .

Dans le dispositif de cathode à décharge pour un panneau d'affichage à plasma ou un dispositif similaire, le matériau de l'électrode de base pour la couche de LaB_6 doit avoir les propriétés suivantes :

- (1) bonne conductivité
- (2) très bonne adhérence à la couche de LaB_6 ,
- (3) bonne souplesse, c'est-à-dire faible rigidité (étant donné que la couche de LaB_6 est soumise à une contrainte élevée, elle se brisera si elle n'est pas souple).

- (4) résistance à l'oxydation pendant le traitement thermique (à $560 - 580^\circ\text{C}$) dans l'air qui doit être effectué ultérieurement.

On sait qu'une électrode de base en nickel peut être formée par un procédé de couche épaisse ou un procédé de couche mince. La couche mince de nickel est médiocre en termes de souplesse et de conductivité et n'est pas satisfaisante en termes de résistance à l'oxydation thermique. En conséquence, si l'on veut que la couche de nickel soit épaissie afin d'obtenir une bonne conductivité, la couche de nickel devient alors plus rigide et le problème se pose que le substrat sera brisé pendant le traitement thermique à effectuer ultérieurement.

De plus, selon la demande de brevet japonais publiée n° 55-62647, une structure de couche mince en nickel et une structure de couche mince en LaB_6 doivent être formées individuellement (autrement dit, la formation simultanée de motifs ou structures par gravure est impossible), et il est difficile d'aligner de manière précise la structure de la couche mince de nickel avec la première couche de LaB_6 .

D'autre part, quand une couche épaisse de nickel est utilisée pour l'électrode de base, elle manifeste une bonne adhérence à la couche de LaB_6 . Cependant, étant donné que la surface de la couche épaisse de nickel est irrégulière, la surface de la couche de LaB_6 à former sur la surface irrégulière de la couche épaisse de nickel devient elle aussi suffisamment irrégulière pour entraîner une adhérence mutuelle médiocre. En conséquence, il arrive que ceci cause un problème consistant en ce que les tensions amorçant une décharge sont différentes les unes des autres dans chaque cellule d'un réseau disposé en matrice avec à la fois des structures d'anode et de cathode.

La fig. 16 est une vue de dessus d'un afficheur bien connu à plasma du type à décharge en courant continu ayant une électrode d'amorçage. En se référant à la fig. 16, le panneau d'affichage à plasma comprend un substrat de panneau 201 du côté de la cathode, un substrat de panneau 210 du côté de l'anode en regard du substrat de panneau 201 du côté de la cathode, une structure d'anode disposée transversalement 211 consistant en une pluralité de lignes d'anode formées sur la surface arrière du substrat de panneau 210 du côté de l'anode, une pluralité de nervures d'arrêt 212 formées sur la surface arrière du substrat 210 et disposées entre les lignes adjacentes de la structure d'anode 211, et une pièce d'étanchéité 213, réalisée en verre, pour enfermer hermétiquement un gaz de décharge dans un espace entre le substrat de panneau 201 du côté de la cathode et le substrat de panneau 210 du côté de l'anode.

La fig. 17 est une vue de dessus d'un dispositif de cathode à décharge dans le panneau d'affichage à plasma représenté à la fig. 16. En se référant à la fig. 17, le dispositif de cathode à décharge comprend une électrode d'amorçage 202 et une pluralité d'électrodes

terminales 203 formées chacune sur le substrat de panneau 201 du côté de la cathode, un substrat diélectrique 204 recouvrant l'électrode d'amorçage 202 à l'exception de ses portions terminales, une structure de cathode 206
5 disposée longitudinalement consistant en une pluralité de lignes de cathode 206a formées sur le substrat diélectrique 204, et une pluralité d'électrodes de raccordement 207 pour relier respectivement les lignes de cathode 206a aux électrodes de raccordement 207.

10 En se référant à la fig. 18, qui est une vue partielle en coupe prise le long de la ligne XVIII-XVIII de la fig. 17, une couche mince d'aluminium 209 est formée sur le substrat diélectrique 204, et une couche mince de LaB_6 208 est formée sur la couche mince d'aluminium 209. La structure de cathode 206 a ainsi une struc-
15 ture à deux couches consistant en la couche mince d'aluminium 209 et en la couche mince de LaB_6 208.

Pour commander effectivement le panneau d'affichage à plasma représenté à la fig. 16, une tension de
20 cent volts à quelques centaines de volts au maximum est appliquée à travers le substrat diélectrique 204 entre la structure de cathode 206 et l'électrode d'amorçage 202. Le substrat diélectrique 204 doit avoir une tension de tenue entre couches plus grande que la tension appliquée
25 ci-dessus. Le substrat diélectrique 204, cependant, est fait d'un matériau en couche mince, et possède donc à l'intérieur de nombreux défauts tels que des lacunes susceptibles d'entraîner un claquage de l'isolant. De plus, l'électrode d'amorçage 202 est aussi faite d'un
30 matériau en couche mince tel que de l'argent, en général, de sorte qu'une couche de diffusion est formée à l'interface entre le substrat diélectrique 204 et l'électrode d'amorçage 202. De plus, la surface de l'électrode d'amorçage 202 est irrégulière, autrement dit, beaucoup
35 d'aspérités sont présentes à la surface de l'électrode

d'amorçage 202, de sorte que des défauts pouvant entraîner la rupture de l'isolant sont susceptibles d'être provoqués sur le substrat diélectrique 204 par les aspérités de l'électrode d'amorçage 202.

5 En conséquence, la tension de tenue du substrat diélectrique 204 est fortement réduite dans les parties défectueuses et dans la couche de diffusion. Il existe ainsi, sous la structure de cathode 206, de nombreux points où la tension de tenue du substrat diélectrique
10 204 est réduite (occupant 30 à 80% de la surface d'affichage du panneau d'affichage à plasma). Cependant, il n'est pas possible que la tension de tenue du substrat diélectrique 204 soit inférieure à une valeur souhaitée.

Pour assurer la tension de tenue désirée, il est
15 connu de fixer l'épaisseur du substrat diélectrique 204 à une valeur pouvant aller jusqu'à 50 μm ou plus en général. Cela signifie que le substrat diélectrique 204 est formé par impression répétitive trois à cinq fois et calcination de la partie imprimée à chaque fois que le
20 processus d'impression est terminé de manière à supprimer l'encombrement de chaque défaut se développant dans le substrat diélectrique 204.

Cependant, le procédé ci-dessus augmente le nombre total d'étapes. De plus, une épaisseur aussi
25 élevée du substrat diélectrique 204 entraîne un accroissement du rapport de volume occupé par le substrat diélectrique 204 dans l'électrode à espace de gaz de décharge 202 par rapport au volume de l'espace de gaz de décharge situé entre la structure d'anode 211 et le
30 substrat diélectrique 204, rendant ainsi difficile d'obtenir un effet d'amorçage.

De plus, l'augmentation de l'épaisseur du substrat diélectrique 204 entraîne une courbure prononcée du substrat diélectrique de panneau 201 du côté de la
35 cathode après la calcination du substrat diélectrique

204, et cette courbure réagira sur la formation de la structure de cathode 206 dans le processus ultérieur de formation de couche mince. De plus, l'irrégularité de surface du substrat diélectrique 204, lorsqu'il est une
5 couche épaisse, rendra difficile le processus de formation d'une structure de couche mince.

Incidentement, pour résoudre le problème ci-dessus d'isolement entre le substrat diélectrique 204 et la structure de cathode 206, on sait comment utiliser une
10 pluralité de lignes d'électrodes d'amorçage, tel que proposé dans la demande de brevet japonais publiée n° 3-269934. La fig. 19 est une vue en perspective d'une structure interne d'un panneau d'affichage à plasma ayant une telle ligne d'électrodes d'amorçage. En se référant
15 à la fig. 19, le panneau d'affichage à plasma comprend une structure d'électrode d'amorçage 314 consistant en une pluralité de lignes d'électrodes d'amorçage 314a et une électrode de regroupement d'amorçage 314b reliant et regroupant ces lignes d'électrodes d'amorçage 314a. De
20 plus, une couche isolante 315 est interposée entre une structure de cathode 306 et l'électrode de regroupement d'amorçage 314b pour assurer l'isolation entre couches.

La fig. 20 est une vue partielle en coupe prise le long de la ligne XX-XX de la fig. 19. Sur la fig. 20,
25 on n'a pas représenté un substrat de panneau du côté de l'anode 310, une structure d'anode 311 et une pluralité de nervures d'arrêt 312.

Comme montré à la fig. 20, la structure d'électrode d'amorçage 314 et la structure de cathode 306 sont
30 disposées sur le même plan. Chaque ligne d'électrodes d'amorçage 314a est disposée dans un intervalle défini entre les lignes adjacentes de la structure de cathode 306. Chacune des lignes de diélectrique 304 d'une structure de diélectrique 304 est formée de manière à
35 recouvrir chacune des lignes d'électrodes d'amorçage 314a

et de manière à ne pas recouvrir la ligne de cathode 306a. Avec cet agencement, la structure de diélectrique 304 est séparée de la structure de cathode 306, de sorte qu'il n'y a pas de problème de tension de tenue entre
5 couches pour la structure de diélectrique telle que mentionnée ci-dessus.

Cependant, il se produit par contre un problème de tension de tenue entre couches pour la couche isolante 315 entre la structure de cathode 306 et l'électrode
10 d'amorçage de regroupement 314b. Pour obtenir une tension de tenue souhaitée pour la couche isolante 315, il est nécessaire d'augmenter l'épaisseur de la couche isolante 315 par un procédé de couche épaisse tel que mentionné précédemment. En conséquence, le problème de l'augmenta-
15 tion du nombre d'étapes mentionné précédemment subsiste toujours. De plus, la couche isolante 315 et la structure de diélectrique 304 doivent être formées séparément, de sorte que le nombre total d'étapes est encore augmenté.

A ce point de vue, la couche isolante 315 et la
20 structure de diélectrique 304 peuvent être formées en même temps en permutant la structure de cathode 306 et l'électrode de regroupement d'amorçage 314b par rapport à la couche isolante 315, ce qui supprime ainsi l'augmentation du nombre d'étapes. Cependant, le problème de la
25 tension de tenue pour la couche isolante 315 subsiste toujours, et après tout on ne peut pas s'attendre à ce que le nombre d'étapes soit plus petit que celui du procédé classique pour le dispositif de cathode à décharge représenté aux fig. 16 à 18.

30 En conséquence, c'est un but de la présente invention de fournir un dispositif de cathode à décharge ayant une cathode à décharge devant être obtenue à partir d'un matériau d'électrode supérieur en souplesse, conductivité et résistance à l'oxydation thermique.

C'est un autre but de la présente invention de fournir un procédé de fabrication pour le dispositif de cathode à décharge ci-dessus.

5 C'est encore un autre but de la présente invention de fournir un panneau d'affichage à plasma ayant une structure telle qu'elle élimine le problème de tension de tenue et augmente l'effet d'amorçage, tout en rendant le processus de formation de structure pour une pluralité de couche minces facile et avec moins d'étapes.

10 Selon un premier aspect de la présente invention, il est créé un dispositif de cathode à décharge comprenant: un substrat, une couche d'aluminium formée sur le substrat, et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium formée sur la couche d'aluminium.

15 Selon un deuxième aspect de la présente invention, il est créé un procédé pour fabriquer un dispositif de cathode à décharge comprenant les étapes suivantes : préparation d'un substrat ; formation d'une couche d'aluminium sur le substrat ; formation d'une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium sur la couche d'aluminium ; et gravure de la couche d'aluminium en même temps que de la couche d'hexaborure, de manière à créer une structure sur le dispositif de cathode à décharge.

25 Selon un troisième aspect de la présente invention, il est créé un procédé pour fabriquer un dispositif de cathode à décharge comprenant les étapes suivantes : formation d'une structure de cathode à couches multiples comprenant une couche d'aluminium et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium sur une plaque de verre diélectrique ; formation d'une électrode de raccordement
30 reliée à la structure de cathode à couches multiples sur la plaque de verre diélectrique ; et frittage de l'électrode de raccordement à une température inférieure au point de ramollissement de la pâte de verre diélectrique.

Selon un quatrième aspect de la présente invention, il est créé un dispositif de cathode à décharge comprenant: un substrat; une couche de chrome formée sur le substrat; une couche d'aluminium formée sur la couche de chrome; et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium formée sur la couche d'aluminium.

Selon un cinquième aspect de la présente invention, il est créé un procédé pour fabriquer un dispositif de cathode à décharge comprenant les étapes suivantes :
10 préparation d'un substrat ; formation d'une couche de chrome sur le substrat ; formation d'une couche d'aluminium sur la couche de chrome ; formation d'une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium sur la couche d'aluminium ; et attaque chimique de la couche d'aluminium en même temps que de la couche d'hexaborure, de
15 manière à former une struture sur le dispositif de cathode à décharge.

Selon un sixième aspect de la présente invention, il est créé un procédé pour fabriquer un dispositif de cathode à décharge comprenant les étapes suivantes :
20 préparation d'un substrat ; formation d'une couche diélectrique mince sur le substrat ; formation d'une couche de chrome sur la couche diélectrique mince ; formation d'une couche d'aluminium sur la couche de chrome ; formation d'une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium sur la couche d'aluminium ; et attaque chimique de la couche d'aluminium en même temps que de la couche d'hexaborure, de manière à former une structure sur le dispositif de cathode à décharge.

30 Selon un septième aspect de la présente invention, il est créé un procédé pour fabriquer un dispositif de cathode à décharge comprenant les étapes suivantes : formation d'une structure de cathode à couches multiples comprenant une couche de chrome, une couche d'aluminium
35 et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium sur

une plaque de verre diélectrique ; formation d'une électrode de raccordement reliée à la structure de cathode à couches multiples sur la plaque de verre diélectrique ; et frittage de l'électrode de raccordement à une température inférieure au point de ramollissement de la pâte de verre diélectrique.

Selon un huitième aspect de la présente invention, il est créé un procédé pour fabriquer un dispositif de cathode à décharge comprenant les étapes suivantes : formation d'une structure de cathode à couches multiples comprenant au moins une couche d'aluminium et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium sur un substrat ; et insertion d'un isolant entre des cathodes adjacentes de la structure de cathode.

Selon un neuvième aspect de la présente invention, il est créé un dispositif de cathode à décharge comprenant: un panneau côté cathode ; une structure de cathode à couches multiples comprenant une couche d'aluminium et une couche d'hexaborure de lanthanide ou d'yttrium formée sur le panneau côté cathode ; une électrode de raccordement formée sur le panneau côté cathode et reliée à la structure de cathode à couches multiples ; une électrode terminale de cathode formée sur le panneau côté cathode et reliée à l'électrode de raccordement ; un panneau côté anode en regard du panneau côté cathode ; et une pièce d'étanchéité adhérent à la totalité de la périphérie du panneau côté cathode et du panneau côté anode tout en étant en contact avec l'électrode de raccordement ou l'électrode terminale de cathode, de manière à délimiter la structure de cathode à couches multiples et la structure d'anode.

Selon un dixième aspect de la présente invention, il est créé un dispositif de cathode à décharge comprenant: un panneau côté cathode comprenant une structure de cathode à couches multiples ayant une pluralité de lignes

de cathode formées sur elle et s'étendant vers un côté du panneau côté cathode, et une structure d'électrode d'amorçage ayant une pluralité de lignes d'électrode d'amorçage recouvertes d'isolant formées sur elle, 5 disposées entre les lignes adjacentes de cathode et s'étendant vers un autre côté du panneau côté cathode ; et des moyens d'étanchéité pour sceller hermétiquement le panneau côté cathode et le panneau côté anode.

Selon un onzième aspect de la présente invention, 10 il est créé un dispositif de cathode à décharge comprenant: un panneau côté cathode comprenant une structure de cathode à couches multiples ayant une pluralité de lignes de cathode formées sur elle ; une structure d'électrode d'amorçage ayant une pluralité de lignes d'électrode 15 d'amorçage recouvertes d'isolant formées sur elle et disposées entre les lignes adjacentes de cathode, les deux structures de cathode et d'électrode d'amorçage formant une entité et comprenant l'une et l'autre le même matériau ; un panneau côté anode ayant une structure 20 d'anode formée sur lui ; et des moyens d'étanchéité pour sceller hermétiquement le panneau côté cathode et le panneau côté anode.

Selon un douzième aspect de la présente invention, il est créé un panneau côté cathode comprenant une 25 structure de cathode ayant une pluralité de lignes de cathode formées sur elle et recouvertes d'un isolant au bord de la structure, une structure d'électrode d'amorçage ayant une pluralité de lignes d'électrode d'amorçage recouvertes d'isolant formées sur elle et disposées entre 30 les lignes adjacentes de cathode, les deux structures de cathode et d'électrode d'amorçage formant une entité et comprenant l'une et l'autre le même matériau ; un panneau côté anode ayant une structure d'anode formée sur lui ; et des moyens d'étanchéité pour sceller hermétiquement le 35 panneau côté cathode et le panneau côté anode.

La fig. 1A est une vue de dessus d'un panneau d'affichage à plasma comprenant un dispositif de cathode à décharge selon un mode de réalisation de la présente invention ;

5 la fig. 1B est une vue partielle en coupe prise selon la ligne B-B de la figure 1A ;

les fig. 2A à 2D sont des vues de dessus illustrant chaque étape d'un procédé pour fabriquer le dispositif de cathode à décharge représenté à la fig. 1A ;

10 la fig. 3A est une vue en coupe d'une partie essentielle du dispositif de cathode à décharge avant la calcination des électrodes de raccordement représentées à la fig. 2D ;

15 la fig. 3B est une vue en coupe de la même partie que celle représentée à la fig. 3A, après la calcination des électrodes de raccordement ;

20 la fig. 4 est une vue schématique illustrant une forme lumineuse normale de chaque cellule lumineuse dans le panneau d'affichage à plasma représenté à la fig. 1A ;

la fig. 5 est une vue schématique illustrant une forme lumineuse anormale de chaque cellule lumineuse dans le panneau d'affichage à plasma représenté à la fig. 1A ;

25 la fig. 6 est une vue en coupe illustrant la création d'une couche entre les lignes adjacentes de cathode du fait du vieillissement ;

30 la fig. 7 est une vue en coupe d'un dispositif de cathode à décharge selon un autre mode de réalisation de la présente invention ;

35 la fig. 8 est un graphique montrant une caractéristique de résistance d'une couche de cathode de Cr/Al/-LaB₆ dans le dispositif de cathode à décharge représenté à la fig. 7, en fonction de la température de calcination ;

la fig. 9 est un graphique montrant une caractéristique de résistance d'une couche de cathode de Cr/Al/LaB_6 en fonction de l'épaisseur de la couche d'aluminium ;

la fig. 10 est une vue en coupe d'un dispositif de cathode à décharge selon un autre mode de réalisation de la présente invention ;

la fig. 11 est une vue en coupe d'un dispositif de cathode à décharge selon encore un autre mode de réalisation de la présente invention ;

la fig. 12 est une vue en coupe d'une pièce d'étanchéité et de sa zone périphérique dans le panneau d'affichage à plasma selon les modes de réalisation ci-dessus de la présente invention ;

la fig. 13 est une vue partielle en perspective d'un dispositif de cathode à décharge selon encore un autre mode de réalisation de la présente invention ;

la fig. 14 est une vue partielle en coupe prise selon la ligne XIV-XIV de la fig. 13 ;

la fig. 15 est une vue en coupe d'un dispositif de cathode à décharge selon encore un autre mode de réalisation de la présente invention ;

la fig. 16 est une vue de dessus d'un panneau d'affichage à plasma comprenant un dispositif classique de cathode à décharge ;

la fig. 17 est une vue de dessus du dispositif de cathode à décharge représenté à la fig. 16 ;

la fig. 18 est une vue partielle en coupe du dispositif de cathode à décharge représenté à la fig. 16 ;

la fig. 19 est une vue partielle en perspective de la structure interne d'un panneau d'affichage classique à plasma ayant une structure d'électrode d'amorçage constituée de plusieurs lignes ; et

la fig. 20 est une vue en coupe prise le long de la ligne XX-XX de la fig. 19.

Exemple 1

En se référant aux fig. 1A et 1B, on a représenté un panneau d'affichage à plasma employant un dispositif de cathode à décharge selon le présent exemple.

5 Le panneau d'affichage à plasma comprend un substrat de panneau côté cathode 1 fait en verre à base de soude comme matériau de base, une électrode d'amorçage 2 formée sur le substrat 1 par un procédé de couche épaisse (impression par sérigraphie dans cet exemple ; le
10 même ensuite) en utilisant une pâte conductrice contenant de l'argent comme matériau principal, une pluralité d'électrodes terminales 3 formée sur le substrat 1 par un procédé de couche épaisse utilisant une pâte conductrice contenant de l'argent, et un substrat en verre diélectrique 4 formé sur l'électrode d'amorçage 2 par un procédé
15 de couche épaisse utilisant une pâte de verre diélectrique comme matériau de base. Le substrat en verre diélectrique 4 a une épaisseur de couche de 40 μm .

Comme on le décrira en détail plus loin, des
20 variations de décharge dans chaque cellule lumineuse (par exemple forme de décharge lumineuse, tension d'amorçage de décharge etc. de cellules lumineuses) peuvent être réduites en supprimant les aspérités moyennes de surface du substrat en verre diélectrique 4 et en les ramenant à
25 1-2 μm ou moins.

Une couche d'aluminium 5 sous forme de couche mince, ayant une épaisseur de 2 μm est formée sur le substrat 4 à une température de substrat de 200°C par projection (le dépôt de vapeur ou le plaquage ionique
30 sont aussi possibles). L'épaisseur de la couche d'aluminium 5 est de préférence de 0,5 μm ou davantage, du point de vue de la conductivité. Une couche de LaB_6 6 sous forme de couche mince ayant une épaisseur de 0,2 μm est formée par projection sur la couche d'aluminium 5. L'épaisseur
35 de la couche de LaB_6 est, de préférence, de 0,1 μm ou

d'avantage afin de recouvrir la couche d'aluminium comme couche sous-jacente. La couche d'aluminium 5 et la couche de LaB_6 6 forment ensemble une structure de cathode 12 constituée d'une pluralité de lignes de cathode. La structure de cathode 12 constitue une cathode à décharge.

La couche mince de la couche de LaB_6 6 formée par pulvérisation a des contraintes internes élevées. Sa forme de couche mince est donc difficile à conserver et la couche mince est susceptible de se réduire en poudre.

Cependant, dans cet exemple, étant donné que la couche d'aluminium 5 est formée comme couche sous-jacente pour la couche de LaB_6 6, les contraintes internes de la couche de LaB_6 6 sont en grande partie absorbées par la couche d'aluminium 5 en raison de la flexibilité de l'aluminium. C'est pourquoi l'épaisseur de la couche de LaB_6 peut être réduite jusqu'à une valeur inférieure au micromètre, dans la mesure où aucun décollement n'est susceptible de se produire.

Le panneau d'affichage à plasma comprend encore un substrat de panneau côté anode 8 fait en verre à base de soude comme matériau de base, une structure d'anode 9 constituée d'une pluralité de lignes d'anode 9a formées sur le substrat 8, une pluralité de nervures d'arrêt 10 disposées chacune entre les lignes d'anodes 9a adjacentes et formées par un procédé de couche épaisse, et une pièce d'étanchéité 11 faite d'un verre à point de fusion bas pour adhérer au substrat de panneau côté cathode 1 et au substrat de panneau côté anode 8 sur leurs parties périphériques extérieures, en confinant entre ceux-ci un gaz de décharge. Le gaz de décharge, tel qu'un mélange argon-néon, est confiné hermétiquement dans l'espace entouré par la pièce d'étanchéité 11. Le panneau d'affichage à plasma est construit de cette manière.

Alors que dans cet exemple la couche d'aluminium 5 est utilisée comme couche sous-jacente pour la couche

de LaB_5 , on a présenté dans le tableau 1 une comparaison avec une couche de nickel (couche épaisse et couche mince comme mentionné auparavant), une couche d'argent (couche mince) et une couche d'or (couche mince).

TABLEAU 1
PROPRIETES DE MATERIAUX POUR ELECTRODE A DECHARGE

| | couche sous-adjacente pour LaB_6 | flexibilité (rigidité en dynes/cm ²) | conductivité (résistivité en ohm.cm) | adhérence de LaB_6 à la couche sous-adjacente | résistance à l'oxydation thermique |
|------------|---|--|--------------------------------------|--|------------------------------------|
| Exemple 1 | Al | O ($2,67 \times 10^{11}$) | O ($2,66 \times 10^{-6}$) | O | O |
| Contrôle 1 | Ni (couche épaisse) | O (-) | M (environ 200×10^{-6}) | O | O |
| Contrôle 2 | Ni (couche mince) | x ($7,7 \times 10^{11}$) | x ($6,9 \times 10^{-6}$) | O | x |
| Contrôle 3 | Ag | O ($2,87 \times 10^{11}$) | O ($1,62 \times 10^{-6}$) | x | O |
| Contrôle 4 | Au | O ($2,77 \times 10^{11}$) | O ($2,2 \times 10^{-6}$) | O | O |

O : excellent
M : moyen
x : médiocre

Comme il apparaît clairement dans le tableau 1, la couche d'aluminium de cet exemple est satisfaisante à la fois du point de vue de la flexibilité, de la conductivité, de l'adhérence à la couche de LaB_6 et, de la résistance à l'oxydation thermique. En particulier, elle est excellente vis-à-vis de l'adhérence à la couche de LaB_6 . Même quand elle est formée par un procédé de couche mince tel que la projection ou autre, la couche d'aluminium 5 de cet exemple est très bonne dans son adhérence à la couche de LaB_6 . 6. Toutes les couches minces de la couche d'aluminium 5 de l'exemple 1, la couche d'argent du contrôle 3 et la couche d'or du contrôle 4, aussi bien que la couche de nickel du contrôle 2 ont des épaisseurs de 2 μm .

La couche de nickel (couche mince) du contrôle 2 est bonne du point de vue de l'adhérence à la couche de LaB_6 , tout comme la couche d'aluminium, mais elle n'est pas aussi bonne en flexibilité et en conductivité. La couche de nickel (couche épaisse : 30 μm d'épaisseur) du contrôle 1 est bonne en conductivité, mais les caractéristiques de décharge de la couche de LaB_6 ne peuvent pas être mises à profit. Autrement dit, la surface de la couche de LaB_6 devient inégale en raison de la surface inégale de la couche de nickel (couche épaisse), suffisamment pour détériorer les caractéristiques de décharge telles que la forme lumineuse de cellules et la tension d'amorçage de décharge.

La couche d'argent du contrôle 3 est la meilleure du point de vue de la conductivité, mais elle n'est pas aussi bonne en adhérence à la couche de LaB_6 . De plus, la forme de cette couche mince ne peut pas être conservée, ce qui provoque un détachement sous forme de poudre.

La couche d'or du contrôle 4 est bonne en flexibilité et en conductivité. Elle est bonne aussi en adhérence à la couche de LaB_6 (moins bonne, cependant, que

la couche d'aluminium) et en résistance à l'oxydation thermique. En conséquence, la couche d'or peut être employée comme couche sous-jacente d'électrode pour la couche de LaB_6 , mais elle n'est pas utilisable en pratique en raison de son coût élevé.

5 Tout bien considéré, il apparaît que l'aluminium est un matériau optimal pour la couche sous-jacente d'électrode pour la couche de LaB_6 6 du point de vue du coût et de la formation de structures en association avec la couche de LaB_6 6.

Alors que la couche de LaB_6 6 est formée sur la couche d'aluminium 5 dans cet exemple, des hexaborures de lanthanide tels que CeB_6 , PrB_6 , NdB_6 , SmB_6 , EuB_6 , etc. peuvent être utilisés au lieu de LaB_6 . De plus, on peut

15 aussi utiliser YB_6 .
Un processus de fabrication pour le panneau d'affichage à plasma représenté à la fig. 1A va être décrit maintenant en se référant aux fig. 2A à 2D.

Dans la première étape, montrée à la fig. 2A, 20 l'électrode d'amorçage 2 et l'électrode terminale 3, toutes deux faites d'une pâte conductrice contenant de l'argent comme matériau de base, sont formées sur le substrat de panneau côté cathode 1 par un procédé de couche épaisse. Ensuite, le substrat de verre diélectrique 4 ayant une épaisseur de couche de $40\text{ }\mu\text{m}$ est formé

25 sur l'électrode d'amorçage 2 par un procédé de couche épaisse.

Dans la deuxième étape représentée à la fig. 2B, la couche d'aluminium 5 et la couche de LaB_6 6 sont 30 formées dans cet ordre par projection sur le substrat en verre diélectrique 4 afin de former une couche mince à couche multiples 7. Dans la formation de cette couche mince à couches multiples 7, un masque est prévu pour recouvrir une partie exposée de l'électrode d'amorçage 2 35 et une région des électrodes terminales 3 afin qu'elles

ne soient pas recouvertes par la couche d'aluminium 5 ni par la couche de LaB_6 6, grâce à quoi, dans une étape de formation de structure à exécuter plus tard, l'électrode d'amorçage 2 et les électrodes terminales 3 peuvent être protégées d'un liquide d'attaque destiné à la couche d'aluminium 5 et à la couche de LaB_6 6.

Dans la troisième étape représentée à la fig. 2C, une couche de photorésist est appliqué sur toute la surface de la couche mince à couches multiples 7. La couche de photorésist est alors exposée à la lumière à travers un masque de structure prédéterminée, le développement est alors effectué pour former une structure prédéterminée de photorésist. La couche de LaB_6 6 et la couche d'aluminium 5 sont alors attaquées ensemble dans l'ordre par un liquide corrosif tel qu'un mélange d'acide phosphorique, d'acide acétique et d'acide nitrique. Autrement dit, la couche de LaB_6 6 est attaquée la première pour exposer la surface de la couche d'aluminium 5 et ceci est suivi par l'attaque de la couche d'aluminium 5. Finalement, la couche mince à couches multiples 7 ayant une structure qui coïncide avec la structure de photorésist est obtenue et forme la structure de cathode 12. Ensuite, la structure de photorésist est retirée pour obtenir l'état représenté à la fig. 2C.

Dans la quatrième étape représentée à la fig. 2D, une pluralité d'électrodes de raccordement 13 est formée par un procédé de couche épaisse en utilisant une pâte conductrice contenant de l'argent comme matériau de base, afin de relier respectivement les lignes de cathode 12a de la structure de cathode 12 aux électrodes terminales 3.

De cette manière, le panneau côté cathode est obtenu.

Si les électrodes de raccordement 13 sont calcinées à une température proche du point de ramollissement

du substrat en verre diélectrique 4, il existe une possibilité que des irrégularités de surface de 20 μm environ soient produites sur les surfaces de la structure de cathode 12 et des électrodes de raccordement 13 après calcination, causant d'importantes variations de décharge parmi les cellules lumineuses.

La fig. 3A représente l'état de surface de la structure de cathode 12 et des électrodes de raccordement 13 avant calcination, et la fig. 3B montre leur état de surface après calcination.

Un mécanisme de formation de telles inégalités sur les surfaces de la structure de cathode 12 et des électrodes de raccordement 13 va être décrit maintenant.

Dans une étape d'élévation de température lors de la calcination des électrodes de raccordement 13, l'état de surface représenté à la fig. 3A est conservé à une température inférieure de 50°C ou davantage au point de ramollissement (585°C, par exemple) du substrat en verre diélectrique 4.

Ceci est dû au facteur suivant. Le coefficient de dilatation thermique de la couche d'aluminium 5 est plus grand que celui du substrat en verre diélectrique 4. Tandis que des contraintes sont produites à la surface du substrat 4 au cours de l'élévation de température, le substrat de verre 4 reste donc plan étant donné que sa rigidité est au moins supérieure à celle de la couche d'aluminium 5. La couche d'aluminium 5, ayant une flexibilité supérieure à celle du substrat de verre 4, continue à adhérer au substrat de verre 4 et emmagasine une contrainte de compression.

Cependant, quand la température atteint le point de ramollissement du substrat de verre 4, la rigidité du substrat de verre 4 disparaît, et en conséquence la couche d'aluminium 5 relâche la contrainte de compression emmagasinée jusqu'ici et augmente l'étendue de sa surfa-

ce. Il en résulte que le substrat de verre 4, n'ayant déjà plus de rigidité, est tiré par la couche d'aluminium 5 pour former l'inégalité de surface telle que montré à la fig. 3B. Dans cette condition, la contrainte de la surface du substrat 4 est progressivement relâchée.

5
Finalement, dans une phase d'abaissement de température jusqu'à ce que la température redescende au point de ramollissement du substrat de verre 4, la condition de relâchement de contrainte du substrat en verre 4 est conservée.

10
Cependant, même quand la température continue à décroître bien au-dessous du point de ramollissement, l'inégalité de surface du substrat en verre 4 est conservée pendant le refroidissement.

15
-- Dans la phase ultérieure d'abaissement de température, étant donné que les forces de contraction de la couche d'aluminium 5 sont plus faibles que la rigidité du substrat en verre 4 maintenant pourvu d'une surface inégale, la contrainte de tension est aussi stockée dans la couche ondulée d'aluminium 5, entraînant la détérioration des caractéristiques de décharge, autrement dit un désordre dans la forme lumineuse des cellules et une augmentation de la tension d'amorçage de décharge.

20
Incidemment, une température de calcination de diverses structures de couche épaisse du panneau d'affichage à plasma est fixée dans une gamme de 560 à 600°C. Cette gamme de température est déterminée compte tenu de la résistance mécanique des structures de couche épaisse qui sera exigée après calcination. Pour cette raison, la calcination des structures de couche épaisse est jusqu'ici réalisée à une gamme de température de 560 à 600°C dans l'étape de la figure 2C.

25
Cependant, si les électrodes de raccordement 13 sont calcinées à cette gamme de température dans l'étape de la fig. 2D, l'inégalité de surface du substrat 4 sera
35

produite comme décrit ci-dessus, parce que cette gamme de température est voisine du point de ramollissement du substrat en verre 4, ou supérieure à ce point.

Par exemple, quand on a utilisé un substrat en verre 4 ayant un point de ramollissement de 585°C, l'inégalité de surface du substrat 4 a commencé à apparaître de manière notable à une température de calcination d'environ 540°C. Compte tenu de ce résultat, la température de calcination des électrodes de raccordement 13 est fixée de préférence à une température inférieure de 50°C ou davantage au point de ramollissement du substrat en verre 4, ce qui évite ainsi l'inégalité de surface du substrat 4.

La formation des électrodes de raccordement 13 a pour but de relier électriquement la structure de cathode 12 aux électrodes terminales 3. C'est pourquoi la longueur des électrodes de raccordement 13 peut être relativement courte, de sorte qu'il est moins nécessaire d'obtenir une conductivité élevée dans les électrodes de raccordement 13 elles-mêmes. En conséquence, il est seulement nécessaire de conserver une résistance mécanique des électrodes de raccordement 13 dans le cas de calcination à une température proche de 540°C. La résistance mécanique des électrodes de raccordement 13 calcinées à une telle température relativement basse peut être assurée en sélectionnant de manière appropriée la pâte conductrice contenant de l'argent, de sorte qu'une proportion relativement grande (plusieurs dizaines de pour cent) d'une composante de verre à point de fusion bas peut être contenue dans la pâte conductrice.

Entre-temps, dans l'étape suivant la calcination des électrodes de raccordement 13 à une température relativement basse, il existe une possibilité pour qu'une couche isolante très mince (que l'on croit être une couche d'oxyde de lanthane, mais les détails de ce

phénomène n'ont pas été tirés au clair) se soit formée à l'interface entre la structure de cathode 12 et les électrodes de raccordement 13, ce qui a pour conséquence la déconnexion entre la structure de cathode 12 et les électrodes terminales 3. Cependant, après l'achèvement du panneau côté cathode comprenant cette couche isolante et l'assemblage du panneau d'affichage à plasma représenté à la fig. 1A, la couche isolante peut être détruite immédiatement en appliquant une tension de 100 à 200 volts au panneau d'affichage à plasma. La formation d'une couche isolante n'a donc pas d'effet défavorable sur l'utilisation effective du panneau d'affichage à plasma.

Le panneau d'affichage à plasma d'un type à décharge à courant continu représenté à la fig. 1A est construit en assemblant le panneau côté cathode terminé ci-dessus et le panneau côté anode avec la pièce d'étanchéité 11.

L'émission de lumière par décharge à courant continu peut être réalisée en appliquant une tension entre les anodes et les cathodes du panneau d'affichage à plasma. Pendant les essais, un échantillon de panneau d'affichage à plasma a été préparé en choisissant un pas de cellule (longueur d'un côté de chaque cellule) de 0,35 mm, une largeur de ligne de la ligne de cathode 12a de 0,18 mm, une largeur de chaque nervure d'arrêt 10 de 0,15 mm et une hauteur de chaque nervure d'arrêt 10 de 0,15 mm, et en utilisant un mélange gazeux de néon et d'argon (0,5 volume en pourcentage d'argon) sous une pression de 350 torrs comme gaz de décharge à confiner hermétiquement. Une tension d'amorçage initiale à l'étape où aucune tension n'était appliquée à l'électrode d'amorçage était d'environ 180 V pour chaque cellule. Ensuite, quand une tension a été appliquée en permanence par l'intermédiaire de l'électrode d'amorçage entre les anodes et les cathodes, un effet de vieillissement a bientôt été mis en

oeuvre pour augmenter la luminosité et pour obtenir pour chaque cellule une tension d'amorçage de 110-120 V et une tension de tenue de décharge de 95-100 V, ce qui a permis d'obtenir ainsi la caractéristique des cathodes en LaB_6 .

5. La fig. 4 représente la condition lumineuse de chaque cellule 90 à cet instant. Comme il apparaît à la figure 4, la forme lumineuse de chaque cellule 90 est uniforme et satisfaisante.

Exemple 2

10 Il existe cependant une possibilité pour que la forme de chaque cellule 90 devienne non uniforme, comme le montre la fig. 5, quand se déroule le processus de vieillissement susmentionné. En particulier, un éclaircissement partiel de chaque cellule 90, ou des divergences de
15 forme des cellules lumineuses 90 peuvent se produire. Alors que cette disparité dans la forme de chaque cellule 90 est améliorée progressivement en continuant le vieillissement avec la tension de 150 V, la condition uniforme telle que représentée à la fig. 4 ne peut pas être
20 rétablie, et une telle forme disparate de chaque cellule 90 devient finalement stable.

De plus, quand le vieillissement est poursuivi pendant une longue période avec la tension de 150 V, il existe la possibilité que se produise un court-circuit
25 entre les lignes adjacentes de cathode 12a. Autrement dit, comme montré à la fig. 6, on a trouvé qu'une couche conductrice 14 se formait entre les lignes adjacentes de cathode 12a d'une manière telle qu'elle croissait depuis
30 les parois latérales des lignes adjacentes, causant ainsi le court-circuit. De plus, on a aussi trouvé qu'une composante primaire de la couche conductrice 14 était l'aluminium. A partir de ces faits, on suppose que les parois latérales exposées des couches adjacentes d'aluminium 5 sont pulvérisées par le vieillissement pour former
35 la couche conductrice 14. La formation de la couche

conductrice 14 est aussi causée par le fait que les bords des structures des lignes adjacentes de cathode 12a sont abrupts et donc susceptibles de concentrer une décharge et d'amplifier une perturbation locale de pulvérisation.

5 Compte tenu des phénomènes ci-dessus, les limitations suivantes doivent être acceptées afin d'appliquer de manière pratique la structure de cathode 12 composée de la couche d'aluminium 5 et de la couche de LaB₆ 6.

10 1. La forme lumineuse de chaque cellule lumineuse est autorisée à demeurer dans un état désordonné.

2. La tension à appliquer doit être réduite à une valeur inférieure ou égale à 120 V, et un courant de décharge doit aussi être supprimé autant que possible de manière à supprimer ainsi la pulvérisation des parois latérales de chaque couche d'aluminium 5.

15 Cependant, ces limitations donnent naissance à des obstacles en ce qui concerne la qualité et la luminosité d'un affichage.

En conséquence, il est souhaitable de rendre
20 uniforme la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse après vieillissement, et de supprimer la formation de courts-circuits entre les lignes adjacentes de la structure de cathode, sans avoir à observer les limitations ci-dessus.

25 On va maintenant décrire un autre exemple réalisé en tenant compte des points ci-dessus, dans lequel les mêmes numéros de référence que ceux de l'exemple 1 désignent les mêmes éléments.

30 En se référant à la fig. 7 qui illustre l'exemple 2, le numéro de référence 15 désigne une couche mince de chrome et le numéro de référence 16 désigne une structure de cathode à couches multiples constituée de la couche mince de chrome 15, d'une couche d'aluminium 5 et d'une couche de LaB₆ 6. Il a été confirmé qu'aucun court-circuit
35 ne se produit entre les lignes adjacentes de cathode 16a

quand on utilise effectivement un panneau d'affichage à plasma comprenant la structure de cathode 16 avec une tension appliquée d'environ 150 V.

Selon ce mode de réalisation préférentiel, la
5 couche mince de chrome 15 est formée comme couche sous-jacente pour la couche d'aluminium 5, afin d'améliorer ainsi sensiblement la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse et de réduire le risque de court-circuit entre les lignes adjacentes de cathode 16a. On sait en général
10 que la formation de la couche mince de chrome 15 comme couche sous-jacente pour la couche d'aluminium 5 contribue à améliorer l'adhérence de la couche d'aluminium 5 à la couche sous-jacente (c'est-à-dire la couche mince de chrome 15). Cependant, on considère que le fait d'augmen-
15 ter l'adhérence n'est pas lié directement à une amélioration substantielle des caractéristiques de décharge, parce que l'on a observé que la structure de cathode 12 constituée de la couche d'aluminium 5 et de la couche de LaB₆ 6 dans l'exemple précédent ne se décolle pas à la fin
20 du vieillissement.

A la suite de recherches, il a été confirmé que le chrome est diffusé dans la couche d'aluminium de manière à modifier complètement la couche d'aluminium 5 pendant l'étape de calcination pour les électrodes de
25 raccordement 13. Autrement dit, on suppose qu'un bord de structure en un alliage de Al-Cr peut montrer une résistance à la pulvérisation, ce qui augmente ainsi la durée de vie de décharge.

La fig. 8 représente la variation de résistance
30 de feuille de la structure de cathode 16 en fonction des variations de température pendant le traitement thermique, dans laquelle un trait continu représente la résistance de feuille après traitement thermique, et un trait interrompu représente la résistance de feuille avant
35 traitement thermique. La durée du traitement thermique

est de 15 minutes. Le graphique montre que la résistance de feuille avant traitement thermique est de 15 milliohms, ce qui est une valeur raisonnable parce qu'elle est presque identique à celle (14 milliohms) de la couche d'aluminium 5 ayant une épaisseur de 2 μm et sans défauts. Comme le montre la fig. 8, la résistance de feuille augmente avec une augmentation de la température de traitement thermique. Par exemple, à une température correspondant à la température de calcination (500°C environ) pour les électrodes de raccordement 13, la résistance de feuille prend environ trois fois sa valeur d'avant traitement thermique. Cette variation peut être vérifiée seulement par le fait que la couche d'aluminium 5 est modifiée de manière globale par le traitement thermique. De plus, cette variation de résistance de feuille n'est pas observée du tout dans la structure de cathode 12 consistant en la couche d'aluminium 5 et en la couche de LaB_6 selon l'exemple 1.

La fig. 9 montre la variation de résistance de feuille de la structure de cathode 16 après traitement thermique à une température fixe de 580°C en fonction d'une variation d'épaisseur de la couche d'aluminium 5. Comme il apparaît à la figure 9, un taux de variation de la résistance de feuille augmente quand décroît l'épaisseur de la couche d'aluminium 5. On considère, à partir des données d'essai ci-dessus, qu'il est certain que toute diffusion se produit dans l'interface entre la couche mince de chrome 15 et la couche d'aluminium 5 en raison du traitement thermique. La profondeur de la diffusion atteint un niveau de 2 μm . En conséquence, on considère que les parois latérales de la couche d'aluminium 5 changent de composition du fait de la calcination des électrodes de raccordement 13, ce qui entraîne une résistance à la pulvérisation en atmosphère de décharge et accroît ainsi la durée de vie.

La structure de cathode 16 est formée par le procédé suivant. D'abord, l'électrode d'amorçage 2, les électrodes terminales 3 et le substrat en verre diélectrique 4 sont formés sur le substrat de panneau côté cathode 1 de la même manière qu'à l'exemple 1. Ensuite, une couche mince de chrome ayant une épaisseur de $0,15 \mu\text{m}$, une couche mince d'aluminium ayant une épaisseur de $2 \mu\text{m}$ et une couche mince de LaB_6 ayant une épaisseur de $0,2 \mu\text{m}$ sont formées dans cet ordre par projection afin de former une couche mince à couches multiples sur le substrat en verre diélectrique 4. L'épaisseur de la couche mince de chrome est de préférence comprise entre $0,05$ à $0,3 \mu\text{m}$.

Un photorésist est alors appliqué à une surface entière de la couche mince à couches multiples formé sur le substrat en verre 4. Le photorésist est alors exposé à la lumière à travers un dessin de masque prédéterminé, et le développement est effectué pour former une structure prédéterminée de résist sur la couche mince à couches multiples. Ensuite, la couche mince de LaB_6 et la couche mince d'aluminium sont attaquées par un mélange liquide d'acide phosphorique, d'acide acétique et d'acide nitrique afin de former ainsi la couche de LaB_6 6 et la couche d'aluminium 5.

La couche mince de chrome est alors attaquée par une solution mélangée à chaud de thio-urée et d'acide sulfurique afin de former ainsi la couche mince de chrome 15. La structure de cathode 16 constituée de la couche mince de chrome 15, de la couche d'aluminium 5 et de la couche de LaB_6 correspondant au motif de résist est ainsi formée sur le substrat en verre 4. Ensuite, le motif de résist est retiré afin d'obtenir la configuration représentée à la fig. 7.

Dans l'étape d'attaque chimique de la couche mince de chrome 15, les bords latéraux de chaque couche

d'aluminium 5 deviennent en biseau ou trapézoïdaux comme représenté à la fig. 7. En raison de tels bords latéraux en biseau, la possibilité d'une décharge concentrée est réduite, ce qui rend ainsi uniforme la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse.

Après avoir formé la structure de cathode 16, les électrodes de raccordement 13 sont formées à une température de calcination de 500°C environ afin d'obtenir un panneau côté cathode. Le panneau côté cathode ainsi obtenu et un panneau côté anode semblable à celui de l'exemple 1 sont alors assemblés pour obtenir un panneau d'affichage à plasma de la même manière qu'à l'exemple 1. Le panneau d'affichage à plasma ainsi obtenu a un pas de cellule de 0,35 mm, une largeur de ligne de structure de cathode 16 de 0,18 mm, une largeur de chaque nervure d'arrêt 10 de 0,15 mm et une hauteur de chaque nervure d'arrêt 10 de 0,15 mm.

En utilisant ce panneau d'affichage à plasma, un essai d'application de tension similaire à celui de l'exemple 1 a été réalisé. Dans l'étape où aucune tension d'état était appliquée à l'électrode d'amorçage 2, la tension initiale d'amorçage était de 180 V environ pour chaque cellule. A cet instant, la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse était exactement régulière comme celles de la matrice représentée à la fig. 4.

Ensuite, quand une tension a été appliquée en permanence par l'intermédiaire de l'électrode d'amorçage 2, l'effet de vieillissement s'est bientôt développé pour augmenter la luminosité de chaque cellule tout en maintenant une forme uniforme. Finalement, une tension d'amorçage de décharge de 110 à 120 V et une tension de tenue de décharge de 95 à 100 V pour chaque cellule ont été atteintes afin d'obtenir la caractéristique de décharge des cathodes en LaB_6 .

Dans l'exemple 2 mentionné ci-dessus, la couche mince de chrome 15 est formée directement sur le substrat en verre 4, et dans l'étape d'attaque chimique pour la couche mince de chrome 15, le substrat en verre 4 est exposé au liquide d'attaque destiné à attaquer la couche mince de chrome.

Cependant, dans certains cas, le substrat de verre 4 contient une composante soluble dans le mordant chimique (le mélange liquide de thio-urée et d'acide sulfurique) destiné à attaquer la couche mince de chrome. Dans ce cas, la surface exposée du substrat de verre 4 après l'attaque chimique de la couche mince de chrome devient rugueuse et semble blanche d'aspect. De plus, la rugosité de la surface exposée est irrégulière. Si le substrat de verre 4 ayant une telle surface rugueuse est utilisé pour assembler le panneau d'affichage à plasma, le panneau d'affichage à plasma est détérioré globalement en ce qui concerne le contraste, et prend un aspect médiocre en raison de l'irrégularité de la rugosité de surface. De plus, dans le cas où la rugosité de surface est grande, il existe une possibilité que la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse soit irrégulière comme représenté à la fig. 5, en dépit de la présence de la couche mince de chrome 15.

Pour faire face à ce problème, selon cet exemple, une couche mince d'isolant ayant une résistance au mordant chimique destiné à la couche mince de chrome 15, telle qu'une couche mince de SiO_2 , est formée sur toute la surface du substrat en verre 4. En se référant à la fig. 10 qui illustre cet exemple, le numéro de référence 17 désigne une couche mince de SiO_2 ayant une épaisseur de $0,3 \mu\text{m}$ formée par projection. La couche de SiO_2 17 sert à protéger le substrat en verre 4 de l'érosion causée par le mordant, assurant ainsi une bonne visibilité du panneau d'affichage à plasma. De plus, la couche mince

isolante 17 peut être une couche mince d'un matériau vitreux pouvant être obtenu par décomposition de verre alkoxyde ou similaire.

Exemple 4

5 Dans l'exemple précédent, la formation du court-circuit entre les lignes adjacentes de cathode 16a est évitée en changeant la composition de la couche d'aluminium 5.

10 Au contraire, selon cet exemple tel que montré à la fig. 11, une nervure d'isolement 18 d'une couche épaisse de verre est formée dans un espace défini entre les lignes adjacentes de cathode 12a. La nervure d'isolement 18 sert à empêcher de par sa géométrie la formation de courts-circuits.

15 En se référant ensuite à la fig. 12 représentant une vue en coupe de la pièce d'étanchéité 11 représentée à la fig. 1A, on a montré que la pièce d'étanchéité 11 est située séparément des deux extrémités de chaque ligne de cathode 12a. Si la pièce d'étanchéité 11 est située
20 juste sur la structure de cathode 12, la fermeture étanche du gaz à décharge confiné dans le panneau d'affichage à plasma ne peut pas être assurée.

Une description du mécanisme de ce phénomène va maintenant être donnée. En général, la pièce d'étanchéité
25 11 est formée en chauffant un verre à point de fusion faible vers 430°C environ pour l'adapter au substrat 1 du panneau côté cathode et au substrat 8 du panneau côté anode, et en refroidissant ensuite le verre fondu afin de le durcir. Si la pièce d'étanchéité 11 est en contact
30 avec la structure de cathode 12, la structure de cathode 12 sera tirée sur le côté inférieur par le substrat de verre 4 et sera aussi tirée sur le côté supérieur par la pièce d'étanchéité 11 durcie pendant l'étape de refroidissement de la pièce d'étanchéité 11. Il en résulte que
35 même si la différence de coefficient de dilatation entre

le substrat de verre 4 et la pièce d'étanchéité 11 est réduite, une contrainte anormale sera créée dans la structure de cathode 12 qui entraînera la séparation de la structure de cathode 12 d'avec, soit le substrat en verre 4 soit la pièce d'étanchéité 11. En conséquence, la fermeture étanche du panneau d'affichage à plasma sera supprimée par une telle séparation. Il est donc nécessaire que la pièce d'étanchéité 11 soit située séparément de la structure de cathode 12 de manière à entrer en contact avec les électrodes de raccordement 13 et/ou les électrodes terminales 3.

Exemple 5.

En se référant aux fig. 13 et 14, on a représenté un panneau d'affichage à plasma selon l'exemple 5 de la présente invention, dans lequel un substrat de panneau côté anode, une structure d'anode, une pluralité de nervures d'arrêt et une pièce d'étanchéité semblables à ceux des exemples précédents ne sont pas représentés.

A la fig. 13, le numéro de référence 1121 désigne globalement une structure de couche mince formée sur un substrat 101 de panneau côté cathode. Bien que non représentée, la structure de couche mince 1121 a une structure à double couche consistant en une structure de couche mince d'aluminium comme couche inférieure et en une structure de couche mince de LaB_6 comme couche supérieure, comme la structure représentée à la fig. 1B. La structure de couche mince 1121 a une épaisseur de couche de $2,5 \mu\text{m}$. La structure de couche mince 1121 est constituée d'une structure de cathode 2121 consistant en une pluralité de lignes de cathode 1219, d'une structure d'électrode d'amorçage 3121 consistant en une pluralité de lignes d'électrode d'amorçage 121b disposées en alternance avec les lignes de cathode 121a, d'une électrode de regroupement d'amorçage 4121 regroupant les lignes d'électrode d'amorçage 121b aux extrémités d'un

côté du substrat 101, et d'une borne d'électrode d'amorçage 5121 s'étendant à partir de l'électrode de regroupement d'amorçage 4121.

5 Les lignes de cathode 121a sont tracées sur un autre côté du substrat 101 dans une direction opposée à celle des lignes d'électrodes d'amorçage 121b.

Une structure de diélectrique 104 est formée sur le substrat 101 de manière à recouvrir entièrement la structure d'électrode d'amorçage 3121 et l'électrode de regroupement d'amorçage 4121. En conséquence, il n'y a pas de problème d'isolation entre couches entre la structure de cathode 2121 et les trois autres, à savoir la structure d'électrode d'amorçage 3121, l'électrode de regroupement d'amorçage 4121 et la borne d'électrode d'amorçage 5121. Autrement dit, la couche isolante 315 représentée à la fig. 19 peut être éliminée selon cet exemple. De plus, étant donné qu'il n'y a pas de problème tel que celui de l'isolation entre couches tel que mentionné ci-dessus, la structure de diélectrique 104 peut avoir un défaut de cette importance sans que la structure d'électrode d'amorçage 3121 et l'électrode de regroupement d'amorçage 4121 ne soient exposées. En conséquence, le nombre de répétitions d'impression par sérigraphie pour former la structure de diélectrique 104 peut être réduit jusqu'à deux environ, de sorte que l'épaisseur de la structure de diélectrique 104 peut devenir 30 μm environ. Dans ce contexte, il n'est pas nécessaire de réaliser une calcination de la structure de diélectrique 104 chaque fois que l'impression est exécutée, ce qui atténue ainsi considérablement le problème relatif au nombre d'étapes comme mentionné précédemment. De plus, étant donné que l'épaisseur de la structure de diélectrique 104 peut être réduite jusqu'à 30 μm environ, le rapport du volume de la structure de diélectrique 104 située sur la structure d'électrode d'amorçage 3121 par

10
15
20
25
30
35

rapport au volume de l'atmosphère de gaz de décharge, comprise entre la structure d'anode et la structure de diélectrique 104 peut être réduit, afin de renforcer ainsi un effet d'amorçage.

5 De plus, la structure de cathode 2121, la structure d'électrode d'amorçage 3121, l'électrode de regroupement d'amorçage 4121 et la borne d'électrode d'amorçage 5121 sont formées ensemble par photolithographie en un seul cycle sur une couche mince ayant une structure à
10 double couche de Al/LaB_6 . C'est pourquoi le nombre d'étapes peut encore être réduit. De plus, étant donné que le substrat 101 de panneau côté cathode a une régularité et une planéité de surface satisfaisantes, il est avantageux d'utiliser la photolithographie pour former la
15 structure de couche mince 1121. Cet avantage peut aussi être obtenu dans le cas où la structure de couche mince 1121 est formée sur tout matériau autre que Al/LaB_6 .

De plus, la structure de couche mince 1121 peut être remplacée par une structure de couche épaisse formée
20 sur du nickel ou un métal similaire par sérigraphie et calcination. Dans ce cas aussi, les effets mentionnés auparavant de réduction du nombre d'étapes et d'absence de problème dans l'isolation entre couches peuvent être mis en évidence.

25 Exemple 6

Dans l'exemple 5 ci-dessus, les bords de structure de chaque ligne de cathode 121a sont exposés comme représenté à la fig. 14. Une telle structure entraînera un désordre dans la forme lumineuse de chaque cellule
30 lumineuse comme représenté à la fig. 5. De plus, il existe un problème de court-circuit entre les lignes adjacentes de cathode dû au temps de décharge accumulé, comme mentionné précédemment à l'exemple 2. Concernant ce problème de court-circuit, l'exemple 5 précédent le
35 résout avec la structure diélectrique 104 disposée entre

les lignes adjacentes de cathode 121a. Cependant, étant donné que la hauteur de la structure diélectrique 104 est seulement de 30 μm environ, l'effet de suppression de formation de courts-circuits est limité.

5 Comme indiqué précédemment, on estime que la disparité dans la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse comme représenté à la fig. 5 est provoquée par la situation consistant en ce que les bords de structure de chaque ligne de cathode 121 sont abrupts. Autrement dit,
10 on considère qu'une décharge concentrée sur l'un des bords abrupts de structure, ou sur tous les deux, provoquera la disparité dans la forme de chaque cellule lumineuse. De plus, on considère que la formation de courts-circuits entre les lignes adjacentes de cathode
15 121a est provoquée par le phénomène suivant : les parois latérales opposées de chaque couche mince d'aluminium sont soumises à une pulvérisation dans l'atmosphère de décharge et émettent des atomes d'aluminium qui se déposeront dans l'espace délimité par les lignes adjacentes
20 de cathode 121a. La décharge concentrée sur les bords de structure accompagne une augmentation de densité locale de courant de décharge, amplifiant ainsi la perturbation de pulvérisation ci-dessus.

Ces problèmes peuvent être éliminés en grande
25 partie avec la structure représentée à la fig. 15 selon la présente invention. Comme il apparaît dans la fig. 15, les bords de structure de chaque lignes de cathode 121a sont recouverts par la structure diélectrique 104. Selon cette disposition, les bords de structure des lignes de
30 cathode 121a peuvent être empêchés d'être exposés à l'atmosphère de décharge, éliminant ainsi de manière remarquable les problèmes ci-dessus de décharge concentrée et de perturbation de pulvérisation. Il en résulte que la forme lumineuse de chaque cellule lumineuse peut
35 être rendue uniforme comme représenté à la fig. 4, afin

d'obtenir ainsi une bonne qualité d'image. De plus, étant donné que la perturbation de pulvérisation est largement supprimée, la durée de vie de décharge peut être sensiblement accrue.

5 Dans cet exemple, un autre problème va se poser relatif à la tension de tenue de la structure diélectrique 104, parce que la structure diélectrique 104 est en contact à la fois avec la structure de cathode 121a et la structure d'électrode d'amorçage 121b. Cependant, la
10 tension de tenue à prendre en compte maintenant est celle existant dans l'espace délimité par la structure de cathode 2121 et la structure d'électrode d'amorçage 3121 formée sur le même plan, et ce problème est différent en nature de celui de la tension de tenue entre couches tel
15 que mentionné précédemment. En conséquence, la hauteur de la structure diélectrique 104 n'a pas besoin d'être augmentée pour obtenir ainsi l'effet de réduction du nombre d'étapes comme à l'exemple 5.

La tension de tenue de la structure diélectrique
20 104 dans cet exemple peut être suffisamment garantie en ajustant une dimension d'intervalle entre la structure de cathode 2121 et la structure d'électrode d'amorçage 3121 adjacentes, ce qui sera dû au dessin de la forme de la structure de cathode 2121 et de la structure d'électrode
25 d'amorçage 3121. Autrement dit, en fixant une marge suffisante pour l'intervalle ci-dessus dans la conception de la structure, la probabilité d'une tension de tenue insuffisante de la structure diélectrique 104 peut être fortement réduite, même si l'état de la structure diélec-
30 trique 104 est quelque peu modifié du fait de la calcination et de l'impression.

De plus, au cas où la structure de cathode et la structure d'électrode d'amorçage sont formées par photolithographie d'une couche épaisse formée de nickel ou

d'un métal similaire, les mêmes effets que ceux mentionnés ci-dessus peuvent être obtenus.

Il doit être compris que les effets d'amélioration de la qualité d'image et d'augmentation de la durée de vie de décharge obtenus ci-dessus ne sont pas liés à l'existence de la structure d'électrode d'amorçage 121b située sous la structure diélectrique 104. Autrement dit, les effets ci-dessus peuvent être obtenus en recouvrant avec un isolant les bords abrupts de structure de la structure de cathode.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'affichage à décharge de gaz comprenant :

5 un panneau côté cathode (1;101) comprenant une structure de cathode à couches multiples (7) ayant une pluralité de lignes de cathode (12a;16a;1219) formées sur elle et s'étendant vers un côté du panneau côté cathode, et une structure d'électrode d'amorçage ayant une pluralité de lignes d'électrode d'amorçage (121b) recouvertes d'isolant, formées sur elle, disposées entre les lignes
10 adjacentes de cathode (12a;16a;1219) et s'étendant vers un autre côté du panneau côté cathode (1;101) ;

un panneau côté anode (8) ayant une structure d'anode (9) formée sur lui ; et

15 des moyens d'étanchéité (11) pour sceller hermétiquement le panneau côté cathode (1;101) et le panneau côté anode (8).

2. Dispositif d'affichage à décharge de gaz comprenant :

20 un panneau côté cathode (1;101) comprenant une structure de cathode à couches multiples (12;16;1121) ayant une pluralité de lignes de cathode (12a;16a;1219) formées sur elle et une structure d'électrode d'amorçage (2) ayant une pluralité de lignes d'électrode d'amorçage (121b) recouvertes d'isolant, formées sur elle et disposées entre les lignes adjacentes de cathode (12a;-
25 16a;1219), les deux structures de cathode et d'électrode d'amorçage (2) formant une entité et comprenant l'une et l'autre le même matériau;

30 un panneau côté anode (8) ayant une structure d'anode (9) formée sur lui ; et

des moyens d'étanchéité (11) pour sceller hermétiquement le panneau côté cathode (1;101) et le panneau côté anode (8).

3. Dispositif d'affichage à décharge de gaz comprenant :

un panneau côté cathode (1;101) comprenant une structure de cathode à couches multiples (12;16;1121) ayant une pluralité de lignes de cathode (12a;16a;1219) formées sur elle et recouvertes d'un isolant au bord de la structure, une structure d'électrode d'amorçage (2) ayant une pluralité de lignes d'électrode d'amorçage (121b) recouvertes d'isolant, formées sur elle et disposées entre les lignes adjacentes de cathode (12a;-16a;1129), les deux structures de cathode (12;16;1121) et d'électrode d'amorçage (2) formant une entité et comprenant l'une et l'autre le même matériau ;

un panneau côté anode (8) ayant une structure d'anode (9) formée sur lui ; et

des moyens d'étanchéité (11) pour sceller hermétiquement le panneau côté cathode (1;101) et le panneau côté anode (8).

4. Dispositif de panneau d'affichage à décharge à gaz selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel la structure de cathode (12;16;1121) et la structure d'électrode (2) d'amorçage comprennent une couche multiple (7) ayant une couche mince de LaB_6 (6).

FIG. 1A

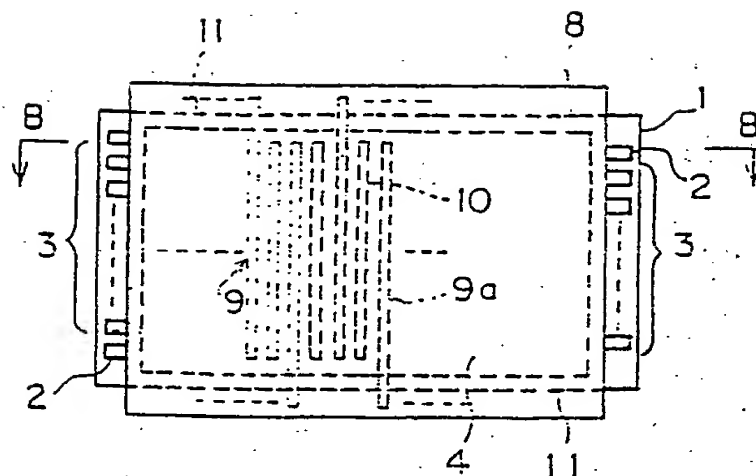


FIG. 1B

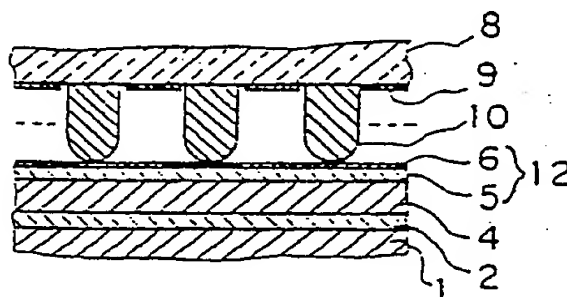


FIG. 2A

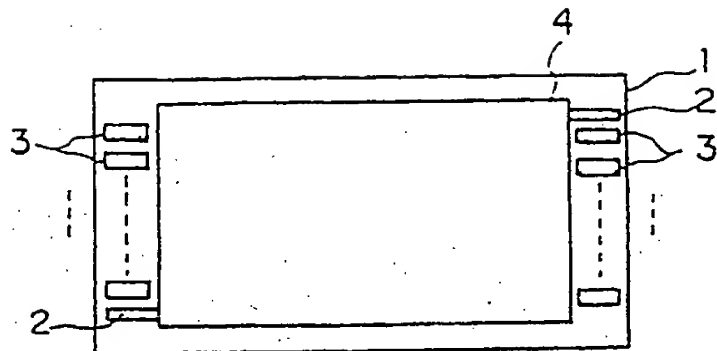


FIG. 2B

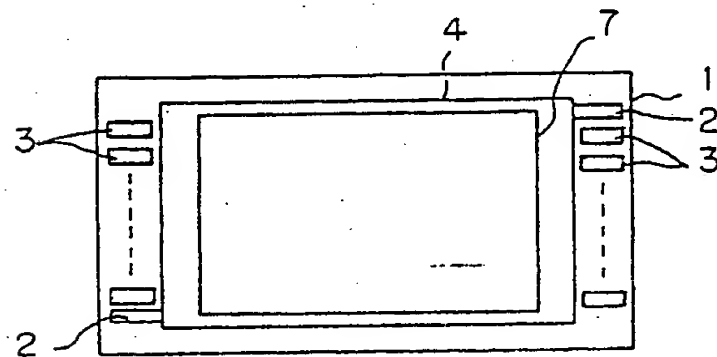


FIG. 2C

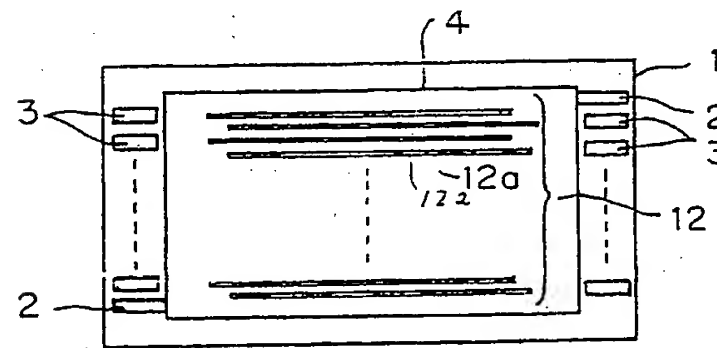


FIG. 2D

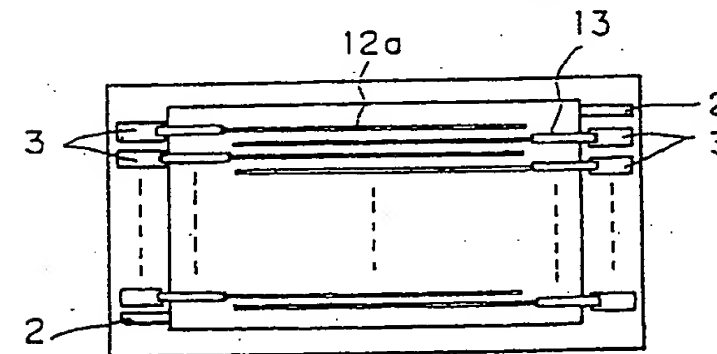


FIG. 3A

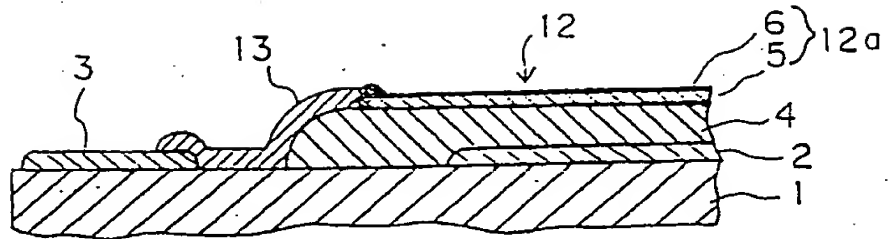


FIG. 3B

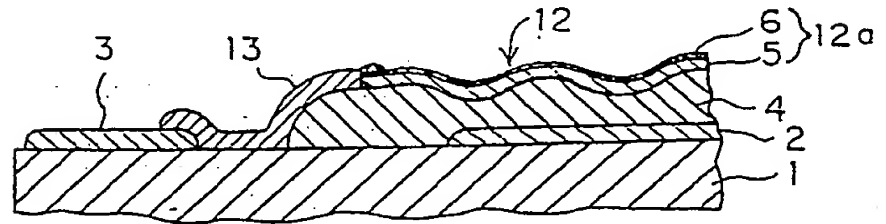


FIG. 4

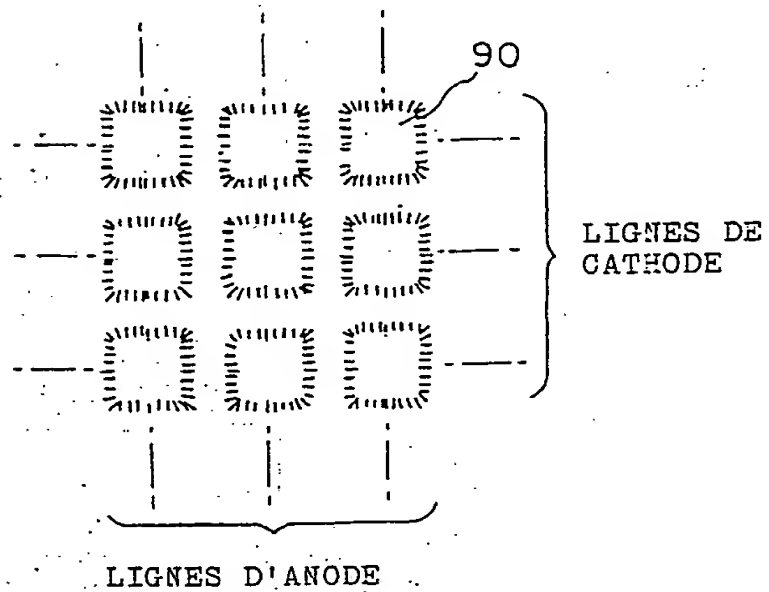


FIG. 5

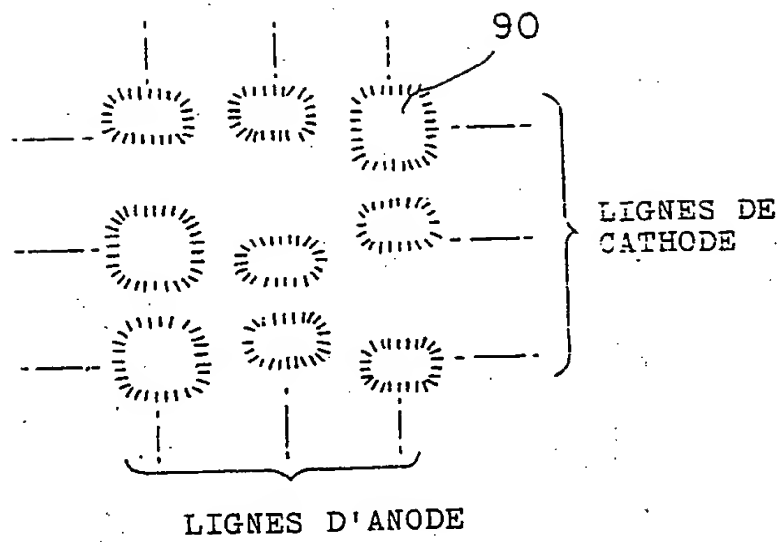


FIG. 6

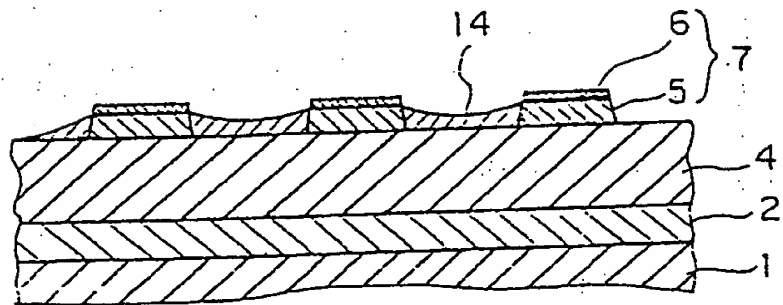


FIG. 7

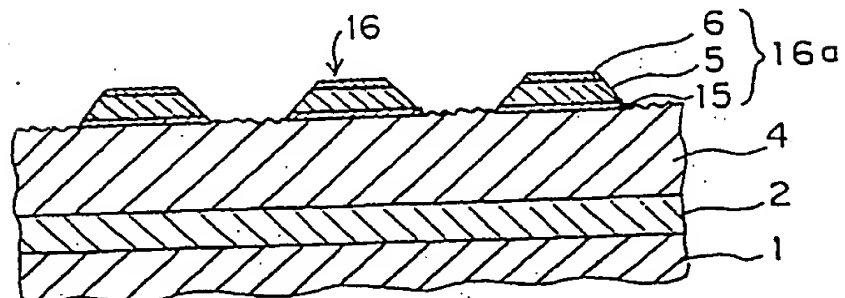


FIG. 8

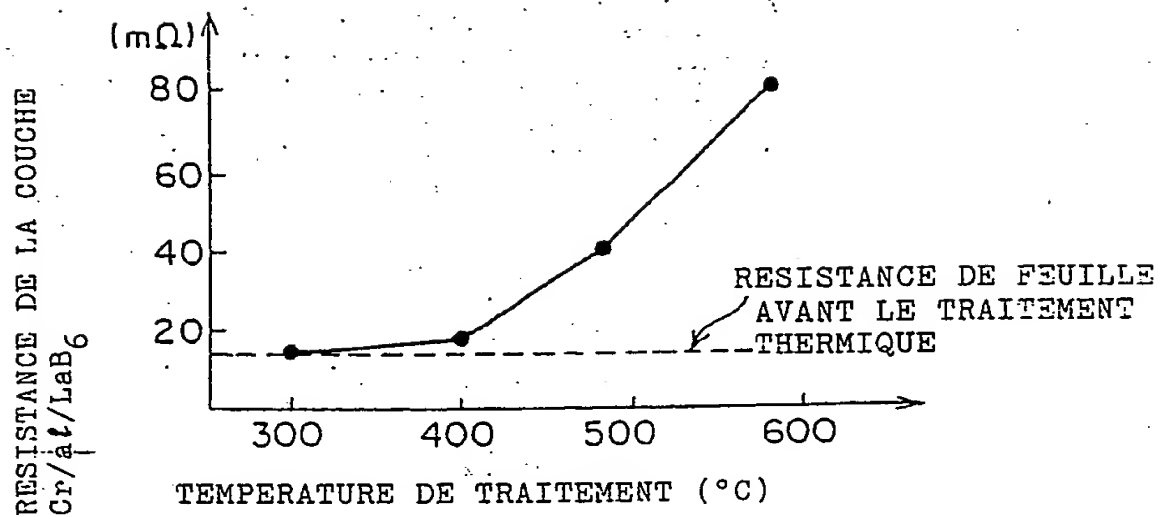


FIG. 9

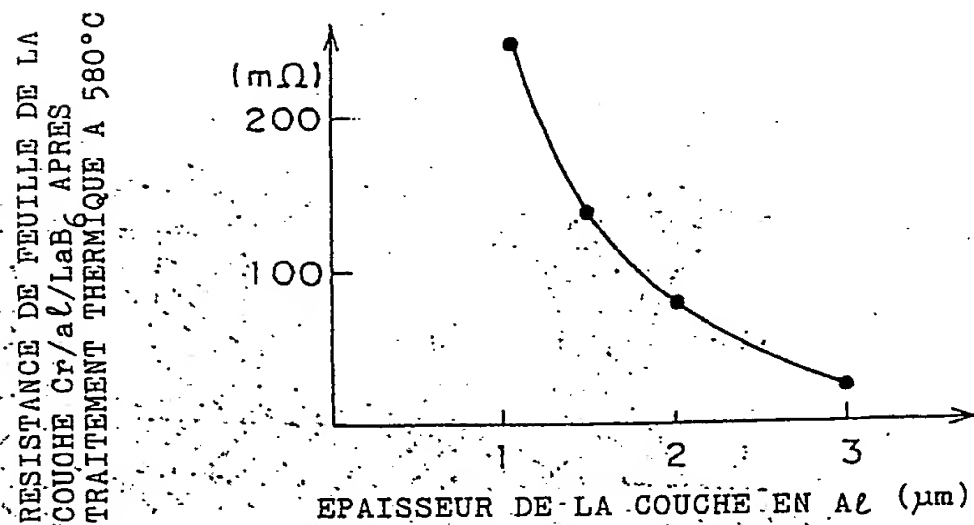


FIG. 10

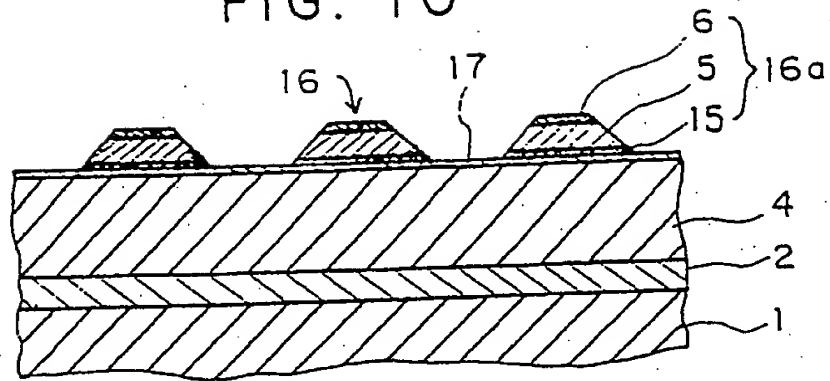


FIG. 11

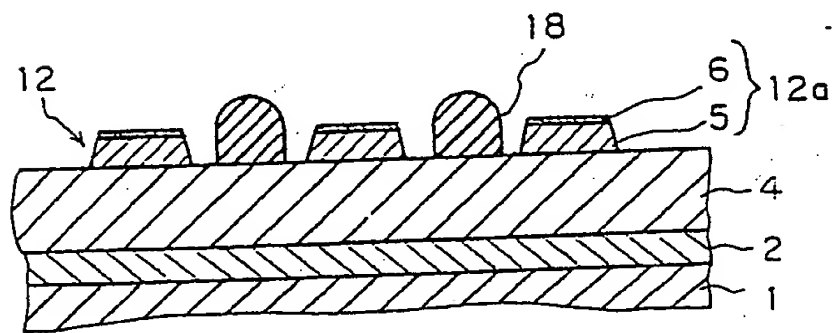


FIG. 12

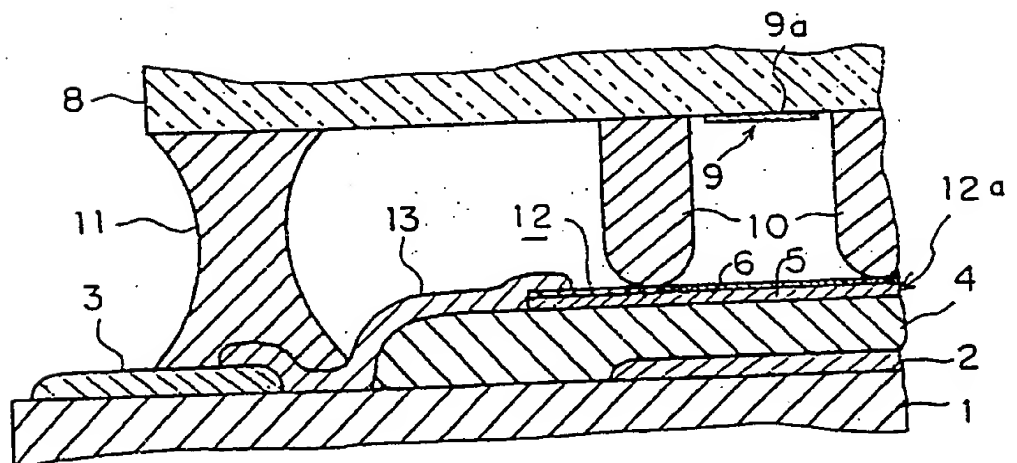


FIG. 13

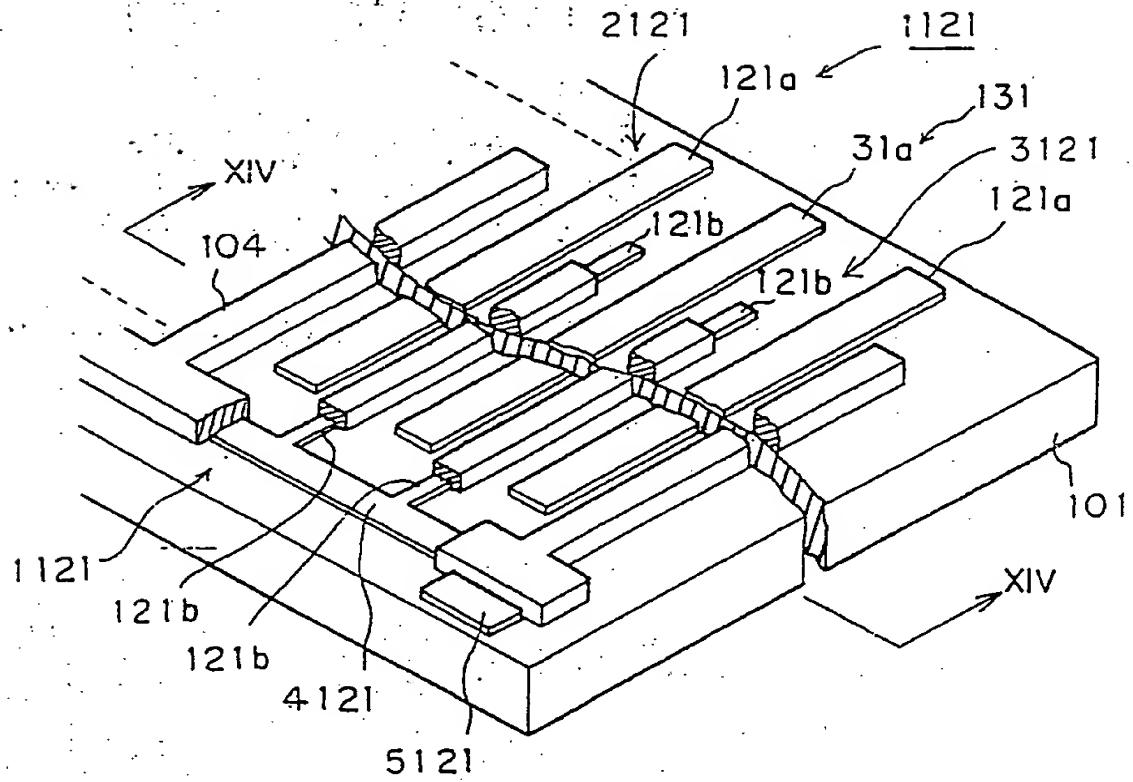


FIG. 14

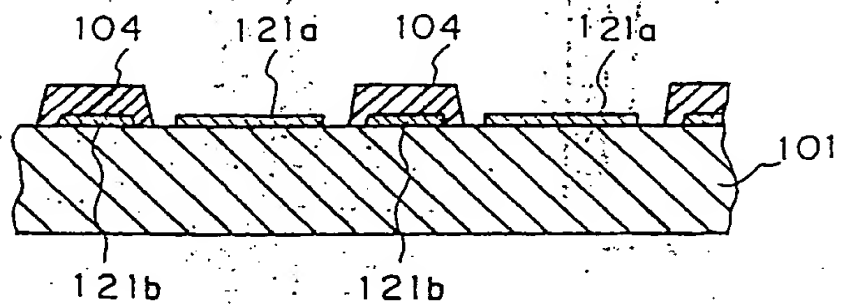


FIG. 15

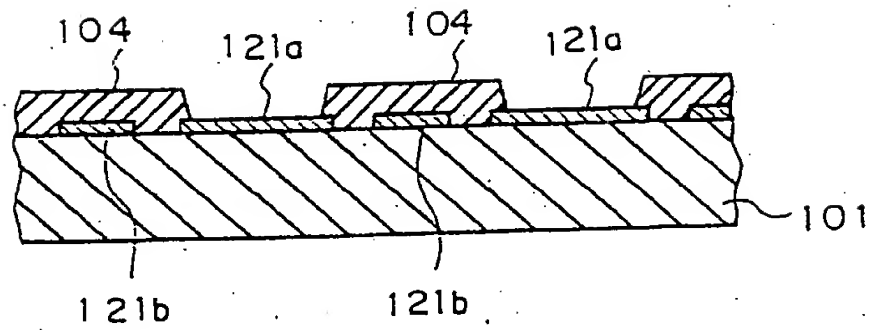


FIG. 16

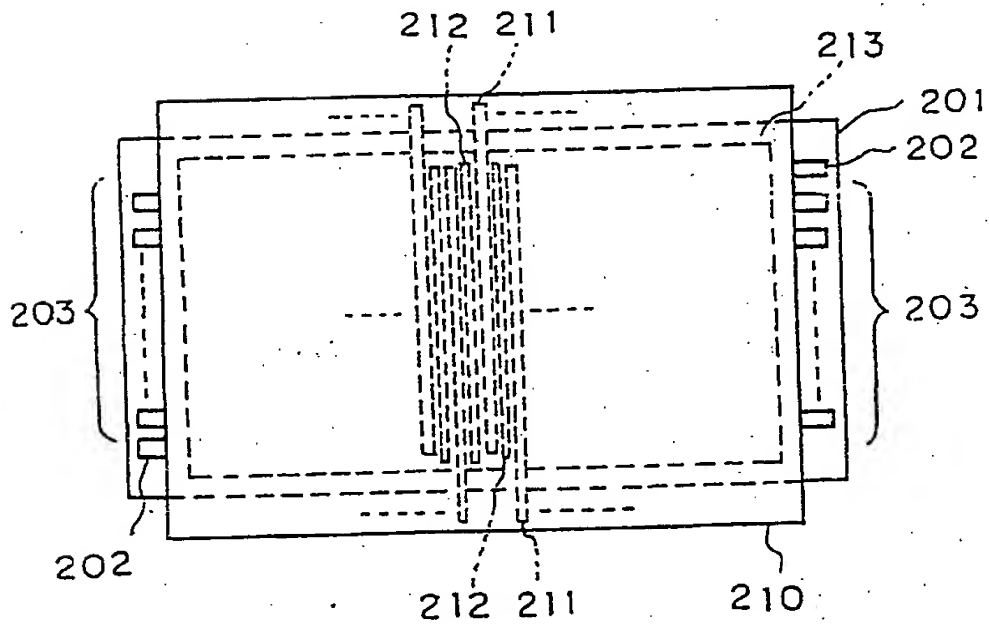


FIG. 17

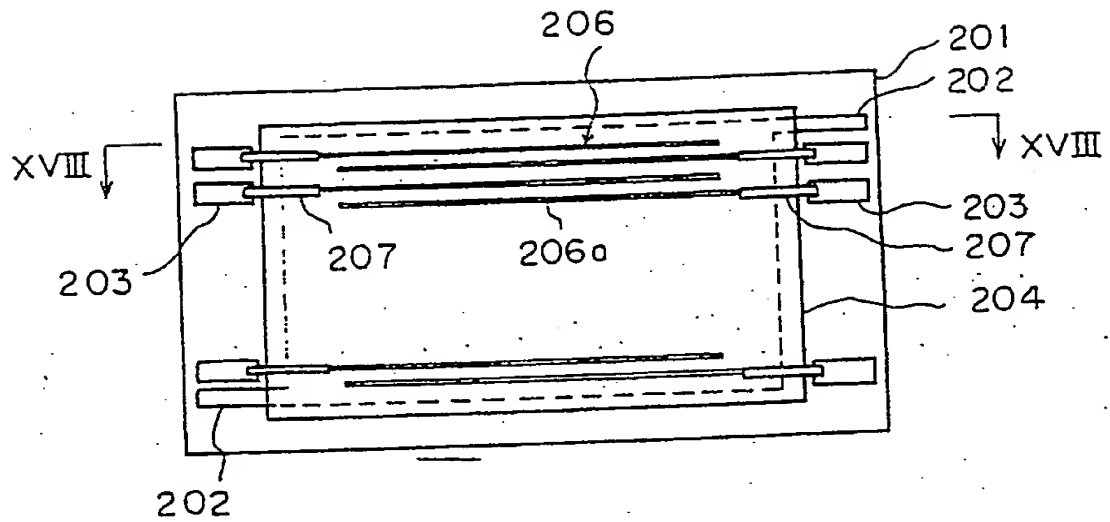
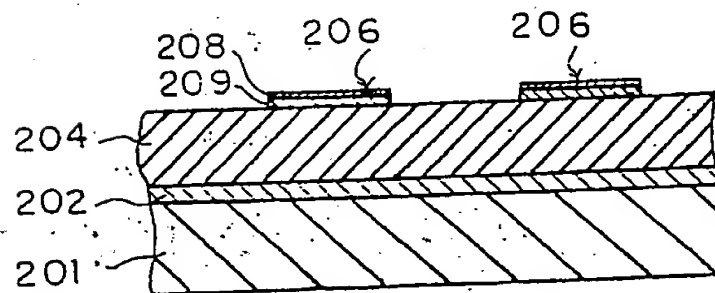


FIG. 18



A cross-sectional view of a semiconductor device. A substrate 201 is shown with a patterned layer 304 and a thin layer 306. A layer 314a is also indicated.

